ISSN 1561-5359. Штучний інтелект, 2018, № 3

УДК 656.13.05

В.Н. Шуть, В.В. Касьяник
Брестский государственный технический университет, Беларусь
ул. Московская, 267, г. Брест, 224017

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА ГОРОДСКОГО ОБЩЕСТВЕННОГО ТРАНСПОРТА

V.N. Shuts, V.V. Kasyanik
Brest State Technical University, Belarus
267, Moskovskaya St., Brest, 224017

INTELLECTUAL SYSTEM OF CITY PUBLIC TRANSPORT

Предложен новый тип городской транспортной системы с характеристиками, недоступными классической транспортной системе, сформировавшейся 120 лет назад и используемой до сегодняшнего дня. Кассетная, роботизированная городская транспортная система массовой конвейерной перевозки пассажиров – новый цифровой автоматический тип транспорта, в контуре управления которого человек отсутствует, способный перевозить в городской улично-дорожной среде количество пассажиров, сравнимое с метро. На многие десятилетия утвердится новый тип городских транспортных систем, который придет на смену классическому типу.

Ключевые слова: дорожное движение, адаптивное управление, пассажиропоток, коэффициент наполнения транспортного средства, интеллектуальная транспортная система

A new type of urban transport system with characteristics that are inaccessible to the classical transport system, which was formed 120 years ago and used until today, is proposed. The cassette, robotic urban transport system for mass conveyor transportation of passengers is the creation of a new digital automatic type of transport, in the control loop of which a person is absent, able to transport in the urban street-traffic environment the number of passengers comparable to the metro. For many decades to establish a new type of urban transport systems, which will replace the classical type.

Keywords: traffic, adaptive control, passenger traffic, rate of vehicle utilization, intelligent transportation system

Введение

В настоящее время в крупных городах отмечается рост количества личного транспорта, который значительно опережает по своим темпам развитие дорожной инфраструктуры городов, что приводит к возникновению дорожных заторов, и, как следствие, к ухудшению экологической обстановки в результате загрязнения воздуха выхлопными газами двигателей внутреннего сгорания. Наиболее эффективным решением возникшей проблемы является расширение использования электрического транспорта. Одним из наиболее актуальных направлений в этой области является расширение использования общественного транспорта на электротяге. Однако развитие классического пассажирского электротранспорта большой вместимости, какими являются троллейбус и трамвай, не может в полной мере решить проблему, особенно в условиях плотной городской застройки, вследствие своих конструктивных особенностей, а также существующих финансовых потребностей и технических ограничений по организации сопутствующей их использованию инфраструктуры.

Классическая транспортная система пассажирских городских перевозок сложилась 120 лет назад и с этого времени практически не изменилась. Она состоит из парка автотранспортных средств различной вместимости и скоростных характеристик, таких как автобус, трамвай и троллейбус. Второй составляющей транспортной системы является диспетчерский пункт, который обеспечивает разработку городских маршрутов, расписание движения транспортных средств и оперативное управление выводом на маршрут того

или иного по вместимости транспортное средство в зависимости от времени суток и предполагаемой на текущий момент величины пассажиропотока.

Пассажиропоток характеризуется мощностью. Пассажиропоток является случайной величиной, которая изменяется как от времени, так и от расстояния от начального пункта маршрута (т.е. на различных перегонах маршрута она меняется). Также пассажиропоток меняется и от направления движения по маршруту (прямое и обратное направление). Данные о мощности пассажиропотока используются для выбора транспорта необходимой вместимости и определения оптимального количества транспортных средств, обеспечивающих рациональную эффективность их использования и высокий уровень обслуживания пассажиров. Систематически собираемая и анализируемая информация о величине пассажиропотока на маршруте является исходной базой для таких расчетов, которые должна постоянно проводить диспетчерская служба [1].

На каждом маршруте могут быть использованы транспортные средства одной вместимости или разные по вместимости. Выбор и обоснование необходимой вместимости транспортного средства для качественного обслуживания пассажиров, рационального и эффективного использования транспортных средств является сложной управленческой задачей в условиях неполной, а зачастую недостоверной информации о величине пассажиропотока на маршруте. Вместимость транспортного средства устанавливается по данным распределения мощности пассажиропотока и характеру его неравномерности во времени, длине маршрута и направлениям следования. Информация носит вероятностный характер и представлена в форме моментов первого и второго порядка распределения случайной величины, т.е. математическое ожидание и дисперсия мощности пассажиропотока.

Диспетчер в таких сложных условиях должен обладать соответствующей квалификацией, опытом работы и, даже, интуицией. Неверные решения приводят к потерям. Так, например, использование транспортных средств малой вместимости при большой мощности пассажиропотока увеличивает необходимое количество транспортных средств (водителей) и повышает загрузку улиц.

И, наоборот, эксплуатация транспортных средств большой вместимости на маршруте с малой интенсивностью пассажиропотока приводит к слишком большим интервалам движения, к излишним затратам времени пассажирами на ожидание транспортного средства и, в связи с этим, к неудобствам для населения. Основным критерием для выбора рациональной вместимости транспортного средства является прежде всего целесообразный интервал движения.

Таким образом, современное состояние пассажироперевозок имеет следующие недостатки:

- отсутствие точной, объективной информации в режиме реального времени о мощности пассажиропотока на маршруте, что препятствует принятию оптимальных решений и ведет к экономическим потерям;
- присутствие человеческого фактора в принятии ответственных решений.

И третьим, очень существенным, и может быть, самым главным недостатком является малая номенклатура транспортных средств различной вместимости для более точного покрытия меняющегося пассажиропотока. Данный недостаток в рамках современного технического обеспечения городских пассажирских перевозок преодолеть невозможно, так как промышленность не в состоянии изготовить, положим, двадцать типов автобусов различной вместимости.

И даже, если гипотетически предположить, что нужный ассортимент изготовлен, то трудно найти диспетчера эффективно им управляющим. Тем более

что управляющие решения принимаются на основе интегральной (усредненной) прошлой информации о пассажиропотоках, а не моментальной, текущей на данный момент. И второй вопрос: где и как хранить такой разнообразный парк транспортных средств?

При этом всё разнообразие городских пассажирских транспортных средств может быть сведено к одной транспортной единице номинальной вместимости – инфобусу. В дальнейшем автоматические беспилотные электрокары будут иметь дополнительное название «инфобус», что указывает на особую важность информационных процессов в данном виде транспорта.

В зависимости от мощности пассажиропотока на маршруте управляющая ЭВМ высылает на линию такое число *n*-инфобусов, чтобы суммарный объем их был равен или незначительно превышал объем пассажиропотока.

Парадигма городских пассажирских перевозок будущего

Развитие информационных технологий позволяет пересмотреть концепцию организации и управления современным городским транспортом в будущем. Насколько отдаленно от настоящего дня это «будущее»? Когда на улицах наших городов появятся новые высокоэкономичные системы общественных автоматических перевозок? На эти вопросы ответ в цели настоящей статьи по созданию городской кассетно-конвейерной, роботизированной транспортной системы массовой перевозки пассажиров на базе беспилотных электрокаров. Это уже ближайшее настоящее пяти лет.

Кассетная, роботизированная городская транспортная система массовой конвейерной перевозки пассажиров [2-4] предусматривает создание нового цифрового автоматического типа транспорта, в контуре управления которого человек отсутствует, способного перевозить в городской улично-дорожной среде количество пассажиров, сравнимое с метро [5]. Данный тип городского транспорта в течение 10 лет вытеснит с улиц городов привычные автобусы, трамваи и троллейбусы. На многие десятилетия утвердится новый тип городских транспортных систем, который придет на смену классическому типу.

Основатель кибернетики, американский математик Норберт Винер на заре развития этой науки говорил о возможности появления полностью автоматических заводов, где человека не будет [6]. Полностью автоматические или с минимальным числом людей заводы уже появились. Теперь такое время наступило для транспорта. Электробус (электрокар) малой вместимости до 50 пассажиров позволит гибко удовлетворять потребности потребителей транспортных услуг в индивидуальных маршрутах следования. Данный проект направлен на развитие тематики беспилотных транспортных средств (ТС) и внедрение таких систем в реальную инфраструктуру городов.

Человечеству необходимо иметь такой транспорт, который ездил бы автономно, а водитель мог наслаждаться отдыхом и спокойно добираться до нужного места, не прилагая при этом никаких усилий. Желание добиться улучшения ситуации дорожного движения за счет автоматизации подтолкнуло ученых к разработке автономных автомобилей, способных передвигаться без участия человека.

В последние годы наблюдается рост интереса среди ученых и производителей автотранспорта к беспилотным автомобилям, способным перемещаться по дорогам без участия человека. По сравнению с машинами, управляемыми человеком, автономные обладают большей скоростью реакции на изменение дорожной ситуации и не подвержены влиянию человеческого фактора: усталости, психического состояния и пр. Использование качественных систем автономной навигации позволит уменьшить количество ДТП и человеческих жертв, снизит стоимость транспортировки товаров, позво-

лит экономить время, затрачиваемое на вождение транспортных средств. Такие системы разрабатываются на основе платформ, конструктивно сходных с современными автомобилями и не свойственных другим робототехническим конструкциям.

Разработка беспилотных автомобилей началась около 40 лет назад. Так в 1980-ых система автономного управления автомобилем, финансируемая Управлением перспективных исследовательских программ DARPA в Соединенных Штатах была апробирована на дороге для управления автономным транспортным средством на скорости до 30 км/ч.

В 1994 г. две машины-робота VaMP и Vita-2 от Daimler-Benz и Эрнст Дикманнс из UniBwM проехали больше тысячи километров по Парижскому трехполосному шоссе с обычным плотным движением на скорости до 130 км/ч полуавтономно с человеческим вмешательством. Они продемонстрировали автономное вождение в свободных переулках, вождение в колонне, и левое и правое перестроение по полосам с автономным опережением других автомобилей.

В 1995г. переоборудованный автономный Мерседес-Benz S-класса осуществил путешествие из Мюнхена в Копенгаген и обратно. Робот достиг скорости более 175 км/ч на немецкой автостраде и 95%-ым автономным вождением. В 1995 году проект Navlab (университет Карнеги Меллона) достиг автономного вождения на 98.2 %, преодолев 5000 км "Без рук через Америку". Этот автомобиль использовал нейронные сети для управления автомобилем.

С 1996 по 2001 гг., Альберто Брогхи из университета Пармы начал Проект АРГО, который работал над модификацией Lancia Thema, чтобы проехать по разметке по автомагистрали. Кульминацией проекта стал путь в 2000 км, более чем шесть дней на автострадах северной Италии со средней скоростью 90 км/ч. 94 % времени автомобиль был в полностью автоматическом режиме, с самым долгим автономным отрезком в 54 км. Транспортное средство имело только две черно-белые дешевые видео камеры на борту, и использовало стереоскопические алгоритмы наблюдения для распознавания окружающей среды, вместо лазера или радара, чтобы добиться того же эффекта другим способом.

В 2008 г., General Motors заявила, что они начнут тестировать автономные автомобили к 2015, чтобы к 2018 они могли быть на дороге. В 2010 VisLab проводит VIAC (Межконтинентальный Автоном-ный Пробег VisLab), испытание 13000 километрами автономных транспортных средств. Четыре автономных электрических фургона успешно прошли путь от Италии до Китая.

По результатам анализа можно сделать выводы, что такие работы проводятся в большом количестве стран на базе научных организаций и производственных концернов, однако значимые результаты и работающие прототипы представлены лишь в немногих высокотехнологических странах. Одним из ключевых направлений беспилотных транспортных средств (БТС) является разработка беспилотного общественного транспорта, как наиболее экономически целесообразного в условиях города. При этом отдельно выделяются работы в области беспилотного электрического транспорта (электробус). Беспилотные электробусы имеют небольшой объем до 50 пассажиров для внутригородских перевозок для движения по выделенной и оборудованной датчиками узкой полосе, примыкающей к тротуару. В мире к таким мобильным электрическим машинам относятся: беспилотный шатл «Pod Zero» 2015 г., Англия; automated bus «Gabriele» 2016 г., Италия; электромобиль под названием «Wepod» 2015 г., Голландия; беспилотный электробус «Роттердам бизнес-парк», Голландия 2017 г.; беспилот-ный автобус от компании 2getthere Asia 2018 г., Сингапур и др. В 2016 г. запущены линии городского

транспорта протяженностью менее 2-х километров в тестовом режиме во Франции, Швеции, Эстонии и Швейцарии.

В 2017 году российские производители беспилотной техники начали особенно активно представлять свои разработки в отрасли беспилотного транспорта. В мае 2017 года компания «Яндекс» представила прототип беспилотного такси. На видео, выложенном компанией, авто с пустым водительским креслом забирает пассажира, заворачивает за угол здания и объезжает расставленные на дороге цистерны. Тестирование проводилось на пустынном участке дороги. Конечная цель проекта – создать беспилотный автомобиль пятой категории, самой высокой в классификации беспилотников.

Холдинг «Росэлектроника» госкорпорации «Ростех» в августе 2017 года объявил об изготовлении опытных образцов навигационно-связных элементов бортового и диспетчерского оборудования для системы управления беспилотной сельскохозяйственной техникой. Работы выполняются в интересах группы компаний «Ростсельмаш» московским НИИ микроэлектронной аппаратуры «Прогресс».

В июле 2017 года в Екатеринбурге «КамАЗ» и Научно-исследовательский центр НАМИ продемонстрировали совместный проект — беспилотный автобус «Шатл». Автобус способен самостоятельно развезти пассажиров, получив только данные о пункте назначения и желаемых остановках. Автотехника, рассчитанная на 12 человек, разгоняется максимум до 40 километров в час. В разработке НАМИ и «КамАЗ» используется собственный литиево-ионный аккумулятор. Тяговый электромотор в машине всего один, он сможет развивать мощность в 20–40 кВт (до 54 л.с.). «Шатл» сможет разгоняться примерно до 25 км/ч. Картографией, навигацией и облачными инфраструктурными вычислениями, связанными с поездками автобуса, займется «Яндекс». Вместимость составляет 12 пассажиров. Вызвать «Шатл» можно будет при помощи специального приложения для смартфона – беспилотник будет следовать по удобному маршруту и при этом подбирать пассажиров, которые следуют в этом же направлении.

Группа компаний «Волгабас» в текущем году планирует представить новые автобусы «Матрешка», оснащенные системой самоуправления. Для тестирования беспилотных автобусов выбрана закрытая территория инновационного центра «Сколково». В частности, испытывалась машина, рассчитанная на восемь человек. Этот автобус управляется компьютером с самообучаемым программным обеспечением. При полном заряде батареи транспортное средство может проехать 130 км, максимальная скорость достигает 30 км/ч. Сейчас «Матрешки» работают в тестовом режиме.

На основе анализа литературных источников можно выделить следующие проблемные вопросы, решение которых будет осуществляться в рамках дальнейшего развития беспилотного общественного транспорта:

- разработка требований к выделенной транспортной линии и определение входной информации для управления беспилотным транспортным средством (БПТС);
- выбор и конфигурация сенсорных устройств;
- интеграция данных от различных сенсоров для получения адекватной картины окружающей обстановки;
- построение карты окружающей среды в процессе движения робота с учетом динамических и статических препятствий;
- автоматическое распознавание дорожных знаков в реальном режиме времени;
- технология управления движением БПТС, обеспечивающая адекватные скорость, направление движения и остановки по заданному маршруту движения;

- отображение интеллектуальной системы управления на технические средства электробуса и др.

Конструкция кассетной, роботизированной городской транспортной системы

Система состоит. Кассетная, роботизированная городская транспортная система массовой конвейерной перевозки пассажиров состоит из выделенного узкого пути (дорожное полотно, рельс, либо монорельс), остановочных пунктов посадки и высадки пассажиров, снабженных турникетами, беспилотных автономных электрокаров (инфобусов) емкостью в 50 пассажиров (рис.1). Каждый инфобус оборудован компьютером, связанным с сервером системы, команды с которого он отрабатывает полностью автономно под управлением собственного компьютера. Инфобусы базируются в накопителях, расположенных в конечных пунктах маршрута. В них выполняется подзарядка инфобусов и оттуда они выдвигаются на маршрут.

Система работает. Система функционирует при полном отсутствии управления со стороны человека и является принципиально новым видом общественного транспорта на базе мобильных автономных электрокаров (беспилотных) или инфобусов (другое название беспилотных автономных электрокаров). Введение такого названия оправдано тем, что предлагаемый тип транспорта является системой, в которой информационные процессы (сбор информации, обработка информации, принятие решений) носят коренной, основополагающий характер, выполняются постоянно и составляют основу информационной транспортной системы. Нарушение любого из этих процессов делает систему неработоспособной. Единичным транспортным средством системы является инфобус. В отличие от известных транспортных пассажирских средств (автобус, троллейбус, трамвай и т.д.), которые работают автономно, инфобус может функционировать только в составе информационной транспортной системы со своими разветвленными алгоритмами и программами управления. Инфобус жестко вмонтирован в интеллектуальную транспортную систему и является одним из её элементов [2].

Технико-экономические характеристики, которые обеспечивает данная транспортная система, недоступны известным на сегодняшний момент транспортным средствам городской перевозки пассажиров, таким как, автобус, троллейбус, трамвай и метро. Все беспилотные электрокары увязаны в один контур управления. Система является адаптивной к пассажиропотоку, работает по требованию на обслуживание на перевозку с минимальным временем ответа на запрос (время ожидания пассажира). Сочетает в себе признаки личного (малое время ожидания транспорта и безостановочный, или с минимальным числом остановок, проезд пассажиром из пункта отправления в пункт назначения) и общественного транспорта (высокая провозная способность).

Система управления движением инфобусов – специально разработанная программа управления со многими функциями, которые отсутствуют во всех традиционных видах городского транспорта, таких как автобус, троллейбус, трамвай и метро. Система управления универсальна и может быть использована как для наземного транспорта, так и подземного.



Рис. 1. Автопоезд из одного и двух электрокаров на перекрестке

Кассетная, роботизированная городская транспортная система массовой конвейерной перевозки пассажиров в исходном состоянии находится в «спящем» режиме и активизируется в момент появления пассажиров на станции (остановке). Пассажир, проходя через турникет, оплачивает проезд и одновременно указывает свою станцию назначения. Сведения поступают на сервер системы, где формируется матрица корреспонденций по данной остановке [2-6]. На основе данных со всех остановок строится матрица корреспонденций *M* поездок пассажиров:

$$M = \begin{pmatrix} 0 & m_{1,2} & m_{1,3} & L & L & m_{1,j} & L & m_{1,k} \\ 0 & 0 & m_{2,3} & L & L & m_{2,j} & L & m_{2,k} \\ L & L & L & L & L & L & L & L \\ 0 & L & 0 & m_{i,i+1} & L & m_{i,j} & L & m_{i,k} \\ L & L & L & L & L & L & L & L \\ 0 & L & L & L & L & L & 0 & m_{k-1,k} \\ 0 & L & L & L & L & L & L & 0 \end{pmatrix}, \qquad (1)$$

где k – количество остановок, $m_{i,j}$ – количество пассажиров, севших на i-й остановке с целью доехать до j-й остановки (i, j =1,…,k). Все элементы матрицы M на главной диагонали и под главной диагональю равны нулю (т.к. пассажир не может выйти на остановке, на которой сел в вагон, и не может ехать «назад»).

Таким образом, все пассажиры, которые находятся на станциях, дифференцированы по принципу конечного пункта поездки. Сервер специальным программным обеспечением обрабатывает матрицу корреспонденций и высылает на линию такое количество инфобусов, чтобы покрыть пассажиропоток на текущий момент времени. Причем поданный к i-й остановке инфобус имеет электронную надпись (на дисплее корпуса) на какую станцию, либо две станции он поедет. Таким образом, обеспечивается проезд пассажира с минимальным числом остановок (в данном случае одной).

Данный транспорт называется кассетным, так как инфобусы собираются в виртуальные кассеты от одного и до шести электрокаров для организации автопоезда. Здесь используется известный принцип автокараванинга, основанный Еврокомиссией в сентябре 2009 года в проекте Safe Road Trains for the Environment (SARTRE), который позволяет нескольким машинам двигаться по дороге в организованной колонне [7]. Аналогичный российский проект будет реализован в 2018 году.

В названии присутствует конвейерный способ перевозки, что указывает на непрерывный процесс движения кассет (автопоездов) с минимальным интервалом в 20 секунд между ними. Это также является минимальным достаточным временем выгрузки и загрузки пассажиров. Для этого инфобусы выполнены узкими (ширина один метр) с множеством дверей. Конвейерный способ движения позволяет максимально использовать дорогое улично-дорожное пространство, равномерно распределять нагрузку на рельсовое, либо дорожное полотно пути и обеспечивать время ожидания транспорта пассажиром от 20 секунд до одной минуты в любое время суток. В данной системе время загрузки и выгрузки пассажиров составляет 20 сек. Отсюда следует, что каждые 20 сек. от остановки отъезжает инфопоезд с возможным максимальным числом инфобусов в нем в час пик до шести. Ограничение на число инфобусов в инфопоезде связано с нормативной, рекомендуемой длиной остановки (30-50 метров). При длине инфобуса 6 метров

на остановке помещается 6 инфобусов. При вместимости инфобуса 50 пассажиров каждые 20 секунд от станции отъезжает автопоезд из 6 инфобусов, в котором 300 пассажиров. В течение одной минуты через станцию проезжает до 900 пассажиров, в течение 1 часа – до 54 000, что сравнимо с производительностью современного метрополитена.

Такая транспортная система является адаптивной к пассажиропотоку. Она своевременно и оперативно меняется, и подстраивается под пассажиропоток. В связи с этим система является наиболее экономичной и наилучшим образом удовлетворяет транспортные потребности населения, так как транспортные средства не будут курсировать полупустыми или чрезмерно переполненными.

В таком транспорте исчезают такие понятия как расписание движения и маршрут. *Пассажир с минимальным временем ожидания с высокой скоростью и без остановок достигает места назначения.* Такой транспорт работает 24 часа в сутки, так как не требует человеческого ресурса; обладает высокой средней скоростью передвижения (60-90 км/ч), так как работает по выделенной полосе движения (сейчас общественный транспорт в городе передвигается со средней скоростью 20-25 км/час).

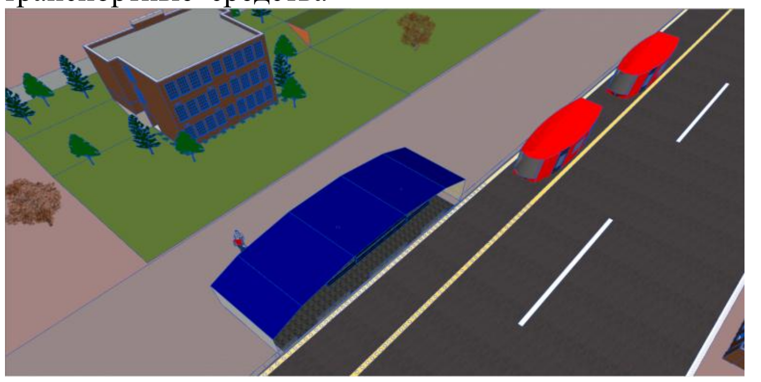


Рис. 2. Остановочный пункт с подъезжающими инфобусами

Центральным звеном всей кассетной, роботизированной городской транспортной системы массовой конвейерной перевозки пассажиров является остановочный пункт (рис.2), который расположен вдоль тротуара и не имеет привычного кармана для заезда транспорта. На рисунке 2 видна выделенная полоса вдоль дорожного полотна, по которому к остановочному пункту подъезжает автопоезд из двух инфобусов.

Литература

1. Варелопупо, Г.А. (1981) Организация движения и перевозок на городском пассажирском транспорте. М.: Транспорт. 93 с.
2. Shuts V., Kasyanik V. (2011) Mobile Autonomous robots – a new type of city public transport. *Transport and Telecommunication*. V. 12, No 4. P. 52-60.
3. Пролиско, Е.Е., Шуть, В.Н. (2016) Высокопроизводительный вид городского пассажирского транспорта на базе современных информационных технологий. *Сб. научн. трудов по мат. междунар. заочной научно-практич конф. «Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика»*. Воронеж: «ВГЛТУ», т. 4, № 5, ч. 3. С. 336-341.
4. Пролиско, Е.Е., Шуть, В.Н. (2016) Динамическая модель работы транспортной системы «ИНФОБУС». Материалы научно-технической конференции «Искусственный интеллект. Интеллектуальные транспортные системы». Брест, Беларусь, 25-28 мая 2016 г. Брест: «БрГТУ». С. 49-54.
5. Стоимость сооружения 1км метро в Минске составляет от 40 до 60 млн долларов [Электронресурс]. Получено из: http://minsknews.by/blog/2014/08/19/stoimost-sooruzheniya-1-km-metro-v-minske-sostavlyaet-ot-40-do-60-mln-dollarov/
6. Винер, Н. (1958) Кибернетика. М.: Советское радио.
7. Проект Safe Road Trains for the Environment (SARTRE) Получено из:

http://en.wikipedia.org/wiki/Safe_Road_Trains_for_the_Environment

References

1. Varelopupo, G.A. (1981) Organizatsiya dvizheniya i perevozok na gorodskom passazhirskom transporte. M.: Transport. 93 s.
2. Shuts V., Kasyanik V. (2011) Mobile Autonomous robots – a new type of city public transport. Transport and Telecommunication. V. 12, No 4. P. 52-60.
3. Prolisko, E.E., Shut, V.N. (2016) Vyisokoproizvoditelnyiy vid gorodskogo passazhirskogo transporta na baze sovremennyih informatsionnyih tehnologiy. *Sb. nauchn. trudov po mat. mezhdunar. zaochnoy nauchno-praktich konf. «Aktualnyie napravleniya nauchnyih issledovaniy XXI veka: teoriya i praktika»*. Voronezh: «VGLTU», t. 4, # 5, ch. 3. S. 336-341.
4. Prolisko, E.E., Shut, V.N. (2016) Dinamicheskaya model rabotyi transportnoy sistemyi «INFOBUS». Materialyi nauchno-tehnicheskoy konferentsii «Iskusstvennyiy intellekt. Intellektualnyie transportnyie sistemyi». Brest, Belarus, 25-28 maya 2016 g. Brest: «BrGTU». S. 49-54.
5. Stoimost sooruzheniya 1km metro v Minske sostavlyaet ot 40 do 60 mln dollarov [Online]. Available: http://minsknews.by/blog/2014/08/19/stoimost-sooruzheniya-1-km-metro-v-minske-sostavlyaet-ot-40-do-60-mln-dollarov/
6. Viner, N. (1958) Kibernetika. M.: Sovetskoe radio.
7. Проект Safe Road Trains for the Environment (SARTRE) [Online]. Available: http://en.wikipedia.org/wiki/Safe_Road_Trains_for_the_Environment

RESUME

V. Shuts, V. Kasyanik

Intelligent urban public transport system

A new type of urban transport system with characteristics that are not available to the classical transport system, formed 120 years ago and used to this day, is proposed. Cassette, robotic urban transport system of mass conveyor transportation of passengers is the creation of a new digital automatic type of transport, in the control circuit of which there is no man, able to carry in the urban road environment the number of passengers comparable to the subway. This type of public transport for 10 years will replace the streets of the usual buses, trams and trolleybuses. For many decades to establish a new type of urban transport systems, which will replace the classic type.

This transport system is adaptive to passenger traffic. It changes in a timely and timely manner and adapts to passenger traffic. In this regard, the system is the most economical and best meets the transport needs of the population, as vehicles will not run half-empty or over-crowded. In such transport disappear concepts such as timetable and route. The passenger with minimum waiting time with high speed and without stops reaches the destination. Such transport is available 24 hours a day, as it does not require human resources; has a high average travel speed of 60 km/h.

Надійшла до редакції 10.10.2018